

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : G01N 27/414, 33/00, G01L 9/00, G01P 15/08	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/25863 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. November 1994 (10.11.94)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE94/00505 (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Mai 1994 (05.05.94) (30) Prioritätsdaten: P 43 14 888.3 5. Mai 1993 (05.05.93) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: EISELE, Ignaz [DE/DE]; Walchstatder Strasse 61, D-82057 Icking (DE). FLIETNER, Bertrand [DE/DE]; Kolumbusstrasse 18, D-81543 München (DE). LECHNER, Josef [DE/DE]; Röntgenstrasse 4, D-83043 Bad Aibling (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
(54) Title: PROCESS FOR DEPOSITING A LARGE-SURFACE LAYER THROUGH A MASK AND OPTIONAL CLOSURE OF SAID MASK (54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ABSCHIEDEN EINER GANZFLÄCHIGEN SCHICHT DURCH EINE MASKE UND OPTIONALEM VERSCHLIESSEN DIESER MASKE (57) Abstract <p>By deposition from various directions through a mask, a layer may be applied last on the whole surface of a substrate located below the mask. In the coating area, the mask is separated from the substrate by a cavity, and outside the coating area it is attached thereto. This process is particularly advantageous for suspended gate field effect transistors used as gas sensors. The mask also forms the gate and the sensitive layer is not exposed to any other processes after deposition. The mask may then remain open or be closed by depositing such a large amount of material that the openings in the mask are laterally stoppered, or by depositing a further layer at a flat angle. This process is also suitable for producing micromechanical membranes.</p> (57) Zusammenfassung <p>Durch Abscheiden aus verschiedenen Richtungen durch eine Maske kann eine Schicht unterhalb dieser Maske ganzflächig als letztes aufgebracht werden. Die Maske ist dabei im Beschichtungsgebiet von dem Untergrund durch einen Hohlraum getrennt und außerhalb des Beschichtungsgebietes fest damit verbunden. Vorteilhaft ist dieses Verfahren insbesondere für den als Gassensor benützten SGFET (Suspended Gate Field Effect Transistor). Die Maske bildet dabei auch das Gate und die sensitive Schicht wird nach der Abscheidung keinem weiteren Prozeß ausgesetzt. Die Maske kann anschließend offenbleiben oder durch Abscheiden einer so großen Menge, daß die Öffnungen in der Maske seitlich zuwachsen, oder durch Abscheiden einer zusätzlichen Schicht unter einem flachen Winkel geschlossen werden. Dieses Verfahren eignet sich auch zur Herstellung mikromechanischer Membranen.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Beschreibung

Verfahren zum Abscheiden einer ganzflächigen Schicht durch eine Maske und optionalem Verschließen dieser Maske

Die Erfindung bezieht sich in erster Linie auf die Verbesserung des SGFET (Suspended Gate Field Effect Transistors) als Gassensor, hat aber auch andere Anwendungsmöglichkeiten, wie das Herstellen von mikroskopischen Kapillaren und mikromechanischen Membranen. Der für die Strukturierung beim Aufdampfen mit Hilfe von Masken relevante Stand der Technik ist in den Patentschriften AT - PS 241 536, DD - PS 027 798 und US - PS 4 469 719 dargelegt.

Beim SGFET [Patentschrift US 4 411 741] kann die sensitive Schicht entweder elektrochemisch oder durch physikalische [Patentschrift DE 3834189 C1] Methoden wie Aufstäuben oder Aufdampfen abgeschieden werden. Da sich die sensitive Schicht zwischen dem Gate und dem Kanal des Transistors befinden muß, folgen nach dem Aufbringen der sensitiven Schicht mit physikalischen Methoden andere Prozeßschritte wie das Herstellen des Gates oder das Ätzen des Spacers. Diese Schritte können die sensitive Schicht verändern bzw. nur wenige Materialien sind kompatibel zu diesen späteren Schritten. Dies engt die Wahl der sensitiven Schicht stark ein.

Die Aufgabe besteht darin einen integrierbaren SGFET herzustellen, dessen chemisch sensitive Schicht durch keinen weiteren Prozeßschritt verändert wird.

Diese Aufgabe wird durch die Verfahren nach den Patentansprüchen 1 bis 3 gelöst.

Durch das hier vorgestellte Verfahren des Abscheidens durch die Maske, die auch das Gate bildet, können alle Materialien als sensitive Schicht verwendet werden, die durch gerichtete Abscheidung wie Aufstäuben oder Dampfen aufgebracht werden können. Diese Schichten müssen zu keinem Ätzschritt kompatibel sein, da die sensitive Schicht als letztes aufgebracht wird.

In Bild 1 ist ein SGFET, der das neue Verfahren des Abscheidens der chemisch sensitiven Schicht erlaubt, schematisch dargestellt. Über dem Kanal (2) zwischen Source (1) und Drain (3) befindet sich eine dünne Schicht aus Siliziumdioxid und darauf eine aus Siliziumnitrid (im Bild nicht näher bezeichnet). Darauf wird Siliziumdioxid (4),

dann Siliziumnitrid (5) und schließlich Metall (6) abgeschieden. Das Metall bildet das Gate und die Nitridschicht stellt eine Passivierung der unteren Metalloberfläche dar. Diese ist sinnvoll um möglichst nur die Reaktion der sensitiven Schicht mit dem Sensor zu messen, da dieser grundsätzlich die Änderung der Austrittsarbeitsdifferenz der Materialien ober- und unterhalb des Hohlraumes anzeigt. Dann wird ein Photolackschritt durchgeführt, so daß ein Durchätzen der Nitrid / Metall - Schicht strukturiert erfolgen kann. Nach diesem Schritt wird die dicke Oxidschicht naßchemisch durch die Löcher in der Maske geätzt und so das Siliziumdioxid über dem Kanalbereich des Transistors entfernt. Die Nitridschicht und das Metall (z.B. Platin) werden hierbei nicht geätzt. Durch die Wahl des Nitrid / Siliziumdioxid Schichtsystems wird die Herstellung eines definierten Hohlraumes gewährleistet, da hierfür selektive Ätz- und definierte Abscheidemethoden zur Verfügung stehen. Auf die Struktur kann jetzt in einem letzten Schritt die chemisch sensitive Schicht (7) abgeschieden werden. Dabei müssen die Stegbreite und die Hohlraumhöhe in der gleichen Größenordnung liegen, und die Steghöhe darf höchstens die Größe der Lochbreite besitzen, damit auch die Fläche direkt unter den Stegen bedeckt wird. Oder anders ausgedrückt: Der Kernschatten (8) der Maskenteile über dem Transistorgebiet darf nicht bis auf das Substrat reichen. Dieses neue Verfahren zur Herstellung des SGFET hat folgende Vorteile:

1. Die Beschichtung ist keinem weiteren Prozeßschritt ausgesetzt und wird so nicht mehr verändert, bzw. es können Materialien benützt werden, die von einem weiteren Prozeßschritt zerstört werden würden.
2. Es können Materialien benützt werden, die in der Halbleitertechnologie normalerweise nicht verwendet werden, da sie Fertigungsanlagen für sonst nachfolgende Prozesse in unzulässigerweise verschmutzen würden.
3. Da alle Herstellungsschritte bis zur letzten Beschichtung für unterschiedliche Materialien identisch sein können, lassen sich auch kleine Stückzahlen für ein bestimmtes sensitives Material kostengünstig herstellen.

Für einen Gassensor gibt es zwei sinnvolle Verbindungen zu dem zu vermessenden Gasvolumen. Erstens eine möglichst kurze Gaszuführung mit großem Querschnitt um den Sensor schnell den aktuellen Konzentrationen auszusetzen. Zweitens eine lange Gaszuführung mit kleinem Querschnitt um eine bestimmte chemisorbierte Oberflächenbedeckung der sensitiven Schicht zu erhalten, Laufzeiteffekte auszunutzen oder Ventile und Pumpen anschließen zu können. Beide Arten der Gaszuführung sind mit dem hier vorgestellten Sensor möglich. Eine kurze Gaszuführung mit großem Querschnitt läßt sich durch eine offengebliebene Maske verwirklichen. Das zu vermessende Gasvolumen beginnt unmittelbar oberhalb der Maske. Mit dieser Technik läßt sich auch eine Gittermaske über Gassensoren, die auf anderen Meßmethoden beruhen, wie z.B. Leitfähigkeits- und kapazitive Sensoren mit Interdigitalstrukturen, herstellen. Diese Maske dient dann als Schutz gegen Partikel, wobei die maximale Größe der durchkommenden Partikel durch die Löchergröße gegeben ist.

Eine lange Gaszuführung mit kleinem Querschnitt kann folgendermaßen erreicht werden. Die Maske über dem Hohlraum wird verschlossen. Dies kann dadurch geschehen, daß das Aufbringen der sensitiven Schicht relativ isotrop erfolgt und so nicht nur eine Schicht auf den Isolator über dem Kanal abgeschieden wird, sondern auch die Löcher in der Maske langsam zuwachsen. Dies ist in Bild 2 dargestellt. Die im aktiven Bereich weggeätzte Siliziumdioxidschicht (1) und die Nitrid / Metall - Schicht (2) sind hergestellt wie oben beschrieben. Dann wird soviel chemisch sensitives Material (3) abgeschieden, daß die Löcher in der Maske geschlossen werden. Hierfür ist eine große Steghöhe im Verhältnis zur Lochbreite günstig. Sowohl schattenfreies Abscheiden unter die Maske als auch Verschließen der Löcher in einem Schritt ist möglich, wenn sowohl Stegbreite und Hohlraumhöhe als auch Steghöhe und Lochbreite jeweils in der gleichen Größenordnung liegen.

Die Maske kann auch in einem zusätzlichen Schritt verschlossen werden, bei dem ein Material unter einem so flachen Winkel aufgebracht wird, daß dieses die Maske nicht durchqueren kann, d.h. nicht auf die sensitive Schicht abgeschieden wird, und so die Löcher der Maske verschließt. Dies ist in Bild 3 dargestellt. Der Aufbau kommt

wie für Bild 1 beschrieben zustande. Es sind: Siliziumdioxid (1), Nitrid (2). Metall (3). Nach der chemisch sensitiven Schicht (4) wird jetzt ein Material (5) unter sehr flachen Winkel zum Verschließen der Löcher abgeschieden. Die ideale Quelle für dieses Verfahren ist ringförmig. Falls die Quelle ungefähr punktförmig ist, ist ein Drehen der Sensorstruktur in der Maskenebene hilfreich. Unabhängig davon mit welcher Methode die Maske verschlossen wurde, kann anschließend Klebstoff oder eine aushärtende Flüssigkeit als mechanischer oder chemischer Schutz aufgebracht werden. Der Anschluß an das zuvermessende Gasvolumen erfolgt folgendermaßen. Die Metall / Nitrid - Maske wird lateral derart strukturiert (in Bild 5 dargestellt), daß Gaskanäle (2 ein Gaskanal) von dem Gasvolumen über dem Transitorgebiet (1) wegführen. Den vertikalen Aufbau eines solchen Gaskanals zeigt Bild 4. Auf dem Substrat (1) wird, wie bei der Herstellung des SGFET bereits beschrieben, erst eine Siliziumdioxidschicht (2) aufgebracht, dann eine Nitrid- oder Nitrid / Metall-Schicht (3) und diese strukturiert. Eine Metallschicht ist nicht notwendig, stört jedoch auch nicht und kann mitaufgebracht werden um die Gesamtzahl der Photoschritte möglichst klein zu halten. Nach dem naßchemischen Herausätzen der Oxidschicht wird soviel Material (4) abgeschieden, daß dieses Material von der unteren bis zur oberen Nitridschicht reicht und so das Loch in der Maske verschließt. Es verbleiben die Gaskanäle (5). Ein möglichst senkrechtes Abscheiden des Materials (4) wäre hier günstig, ist jedoch nicht notwendig, wenn die obere Nitridschicht (3) hinreichend stark unterätzt ist.

Auch die Verfahren zum Verschließen des Hohlraumes über dem Transitor eignen sich zum Herstellen von Gaskanälen, sind auf der einen Seite etwas komplizierter, da dort das Material nicht die untere Nitridmaske mit der oberen verbinden darf, auf der anderen Seite können die gleichen Prozeßschritte angewandt werden.

Mit dieser Technologie läßt sich auch ein Drucksensor aufbauen. Wird der Hohlraum ohne Anschluß eines Gaskanals verschlossen, so ist eine bestimmte Gasmenge in diesem Hohlraum eingeschlossen. Wenn die Maske die richtige mechanische Stabilität aufweist, wird sie durch den Druckunterschied zwischen Hohlraum und Umgebung verbogen.

Anhand des Source-Drain-Stromes bei konstanter Gatespannung kann auf den Abstand der Maske vom Kanal des Transistors und damit auf den Druckunterschied geschlossen werden. Es kann ein solcher Drucksensor auch mit Gaskanal hergestellt werden und dieser Gaskanal bei einem definierten Druck verschlossen werden. So kann der Arbeitsbereich des Sensors eingestellt werden.

Läßt man den Gaskanal offen oder am Rand des Transitorbereiches der Nitridmaske so große Löcher, daß diese nicht verschlossen werden (Bild 6: 1 Transitorbereich, 2 verbleibende Stege, 3 Löcher), so herrscht im Hohlraum der gleiche Druck wie in der Umgebung. Schallwellen, die auf die Maske treffen, können diese auslenken und die Auslenkung kann mit dem Transistor gemessen werden. So erhält man ein Mikrofon.

Wird eine Struktur wie die für ein Mikrofon von der Umgebungsluft abgeschirmt, so kann man sie als Beschleunigungssensor benutzen. Die Maske wird aufgrund ihrer trägen Masse bei einer Beschleunigung des Gehäuses senkrecht zur Maskenebene ausgelenkt und diese Auslenkung kann wie bei dem Drucksensor und dem Mikrofon gemessen werden.

Die mit den neuen Methoden hergestellten Membranen werden nicht nur passiv ausgelenkt, sondern können auch aktiv ausgelenkt werden. Hierfür gibt es z. B. folgende Möglichkeiten:

1. elektrostatisch; Sind sowohl die Membran, als auch der Untergrund elektrisch leitfähig und nicht miteinander kurzgeschlossen, so kann durch Anlegen einer elektrischen Spannung zwischen den beiden der von den beiden Flächen gebildete Kondensator geladen werden. Die ungleichnamigen Ladungen auf den beiden Flächen ziehen sich gegenseitig an und lenken die Membran zum Untergrund hin aus. Durch gleichnamiges Aufladen der beiden Flächen kann die Membran vom Untergrund abgestoßen werden.
2. magnetisch; Befindet sich der ganze Aktuator in einem Magnetfeld, z. B. durch Anbringen eines Dauermagneten, so wirkt auf einen stromdurchflossenen Leiter

auf der Membran eine Kraft, die die Membran auslenken kann. Stromrichtung und -stärke bestimmen mit dem Magnetfeld die Richtung der Auslenkung und die Amplitude.

3. thermische Verspannung; Sind die thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Membran und Untergrund verschieden, so kann ein Heizen oder Kühlen des ganzen Aktuators die Membran auslenken. Die Membran kann auch ausgelenkt werden indem ein Temperaturunterschied zwischen Untergrund und Membran erzeugt wird, z. B. durch Heizen der Membran mit einem aufgebrachtem Widerstandsdraht. Die erfolgversprechenste Art der thermischen Verspannung stellt eine Bimetallmaske dar, d. h. die Membran selbst besteht aus mindestens zwei Schichten mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Durch Ändern der Temperatur kann die Durchbiegung der Maske eingestellt werden.

Sind die beiden Schichten mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten Metalle mit unterschiedlicher Fermienergie, d. h. es bildet sich eine Kontaktpotentialdifferenz, so können zwei Membranen und eine Stromquelle zu einer Wärmepumpe (Peltierelement) kombiniert werden. So wird Wärmeenergie von einer Membran zu der anderen mit einem hohen Wirkungsgrad transportiert, d. h. eine Membran wird erwärmt während die andere gekühlt wird. Die Stromrichtung bestimmt welche Membran erwärmt bzw. gekühlt wird. Will man sehr viele Membranen ansteuern, so ist eine variable elektrische Schaltung günstig zur weiteren Optimierung des Wirkungsgrades. Im einem Stromkreis sollen immer zwei Membranzustände, wobei jeder Zustand durch viele Membranen vertreten sein kann, geschaltet werden, für die gilt:

1. Ein Zustand soll erwärmt werden und ein Zustand soll gekühlt werden.
2. Die Temperatur der beiden Membranzustände soll möglichst gleich sein.

Durch Auslenkung der Membran wird das Volumen des Hohlraums verändert. Schließt man mehrere derartige Hohlräume durch Mikrokapillaren zu einer Reihe zusammen, so kann man durch koordinierte Auslenkung der Einzelmembranen eine Strömung erzeugen.

mung einer Flüssigkeit durch die Hohlräume und Kapillaren erreichen. Das Pumpen von Gasen bleibt jedoch bei ebenen Untergrund schwierig, da der Hohlraum auch bei ganz nach unten gebogener Membran noch ein großes Totraumvolumen besitzt und eine Rückströmung möglich bleibt. Dieses Problem wird folgendermaßen gelöst. Die Maske wird lateral strukturiert, wobei die Öffnungen in Größe und Anzahl über die Membranfläche variiert werden. In Kombination mit der Schichtabscheidung zum Verschließen der Maske soll hierdurch auf dem Untergrund eine Form entstehen, die das Gegenstück zur Membran in der unteren Maximalauslenkung darstellt. In Abbildung 7 ist ein solches Pump- bzw. Ventilstück im Querschnitt dargestellt. Dabei ist (1) der Untergrund, (2) die teilweise weggeätzte Siliziumdioxidschicht, (3) die Maske mit den unterschiedlich großen Öffnungen und (4) das zum Verschließen der Maske abgeschiedene Material, das unterhalb der Maske die Form der durchgebogenen Membran besitzt. In Abbildung 8 ist die laterale Struktur von zwei durch eine Mikrokapillare verbundene Pump- bzw. Ventilstücke vor dem Verschließen zu sehen. Dabei ist (1) die Mikrokapillare und (2) eine Öffnung in der Maske. Viele solcher Pump- / Ventilstücke lassen sich in einer Reihe anordnen und bilden so eine Pumpe oder eine "aktive Gasleitung". Abbildung 9 zeigt oben die laterale Struktur einer solchen aktiven Gasleitung (1 Pump-/Ventilstück, 2 Mikrokapillare) und unten den Querschnitt durch diese Leitung (3 durchgebogene Membran, 4 Membran in Ruhelage). Durch koordinierte Auslenkung der Membranen (Pfeil nach oben und Pfeil nach unten) wird ein abgeschlossenes Gasvolumen in eine bestimmte Richtung geschoben (horizontale Pfeile).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Sensors durch Abscheiden einer Schicht auf eine Fläche unterhalb einer Maske, die mit dieser Fläche fest verbunden ist und fest verbunden bleibt, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Maske und der Fläche ein Hohlraum ist, und die Abscheidung aus verschiedenen Richtungen erfolgt, so daß eine ganzflächige Beschichtung unterhalb der Maske, d. h. ohne daß jeder Teil der Maske bei der Abscheidung einen Kernschatten auf der Fläche bildet, möglich ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Maske beim Abscheiden der Schicht verschlossen wird.
3. Verfahren zur Herstellung eines Sensors durch Verschließen aller oder mancher Öffnungen einer Maske, die mit dem Untergrund fest verbunden ist und fest verbunden bleibt, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Maske und dem Untergrund ein Hohlraum ist, und die Öffnungen durch eine Abscheidung verschlossen werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß als Maske ein Gitter eingesetzt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß als Maske eine Schicht mit Wabenstruktur eingesetzt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß als beschichtete Fläche der Teil eines Gassensors eingesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß als beschichtete Fläche die sensitive Schicht eines Gassensors eingesetzt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß als beschichtete Fläche ein Teil eines Gassensors, dessen Meßprinzip auf Austrittsarbeitsänderung bei Gasadsorption beruht, eingesetzt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß als Maske das Gate eines Transitors eingesetzt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum durch Ätzen einer Schicht hergestellt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß für die zu ätzende Schicht SiO_2 eingesetzt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß als Maske strukturiertes Si_3N_4 eingesetzt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß auf die Maske vor der Strukturierung eine weitere Schicht abgeschieden wurde.
14. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche, auf der die Schicht abgeschieden wird, bereits strukturiert wurde.
15. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß auf der Fläche, auf die die Schicht abgeschieden wird, sensitive Elemente, wie Leitfähigkeits- oder Kapazitätsstrukturen, bereits hergestellt worden sind.
16. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb der Fläche, auf die die Schicht abgeschieden wird, bereits der Kanal eines Transistors hergestellt worden ist.
17. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß nachdem der Hohlraum verschlossen worden ist, ein Klebstoff oder eine aushärtende Flüssigkeit aufgebracht wird ohne daß Kapillareffekte auftreten.
18. Verwendung eines mit den Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 hergestellten Sensors als Drucksensor oder Teil eines Drucksensors.
19. Verwendung eines mit den Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 hergestellten Sensors als Mikrophon oder Teil eines Mikrophons.
20. Verwendung eines mit den Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 hergestellten Sensors als Detektor für den photoakustischen Effekt.

21. Verwendung eines mit den Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 hergestellten Sensors als Beschleunigungssensor oder Teil eines Beschleunigungssensors.
22. Verfahren zur Herstellung eines Aktuators durch Verschließen aller oder mancher Öffnungen einer Maske, die mit dem Untergrund fest verbunden ist und fest verbunden bleibt, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Maske und dem Untergrund ein Hohlraum ist, und die Öffnungen durch eine Abscheidung verschlossen werden.
23. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß durch das Verschließen der Öffnungen die Maske eine dünne Membran mit definiertem Abstand vom Untergrund bildet.
24. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß die Größe und die Anzahl der Öffnungen in der Maske mit der lateralen Anordnung derart variiert wird, daß durch eine geeignete Abscheidung auf dem Untergrund Material in einer Form aufgebracht wird, die in etwa das Gegenstück zur nach unten durchgebogenen Membran bildet.
25. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß als Aktuator ein Ventil hergestellt wird.
26. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß als Aktuator eine Pumpe hergestellt wird.
27. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß als Maske ein Gitter eingesetzt wird.
28. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß als Maske eine Schicht mit Wabenstruktur eingesetzt wird.
29. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum durch Ätzen einer Schicht hergestellt wird.
30. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß für die zu ätzende Schicht SiO_2 eingesetzt wird.

31. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß als Maske strukturiertes Si_3N_4 eingesetzt wird.
32. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß auf die Maske vor der Strukturierung eine weitere Schicht abgeschieden wurde.
33. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß der Untergrund, über dem die Maske verschlossen wird, bereits strukturiert wurde.
34. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Einzelaktuatoren ein Gesamtsystem bilden.
35. Verfahren nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Einzelaktuatoren eine aktive Gasleitung bilden.
36. Verfahren nach Anspruch 22 bis 24 dadurch gekennzeichnet, daß die hergestellte Membran elektrostatisch ausgelenkt wird.
37. Verfahren nach Anspruch 22 bis 24 dadurch gekennzeichnet, daß die hergestellte Membran magnetisch ausgelenkt wird.
38. Verfahren nach Anspruch 22 bis 24 dadurch gekennzeichnet, daß die hergestellte Membran durch thermische Verspannung ausgelenkt wird.
39. Verfahren nach Anspruch 38 dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Verspannung durch Heizen der Membran erzeugt wird.
40. Verfahren nach Anspruch 38 dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Verspannung durch Kühlen der Membran erzeugt wird.
41. Verfahren nach Anspruch 38 dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Verspannung durch eine Wärmepumpe zwischen zwei Membranen erzeugt wird.

1 / 9

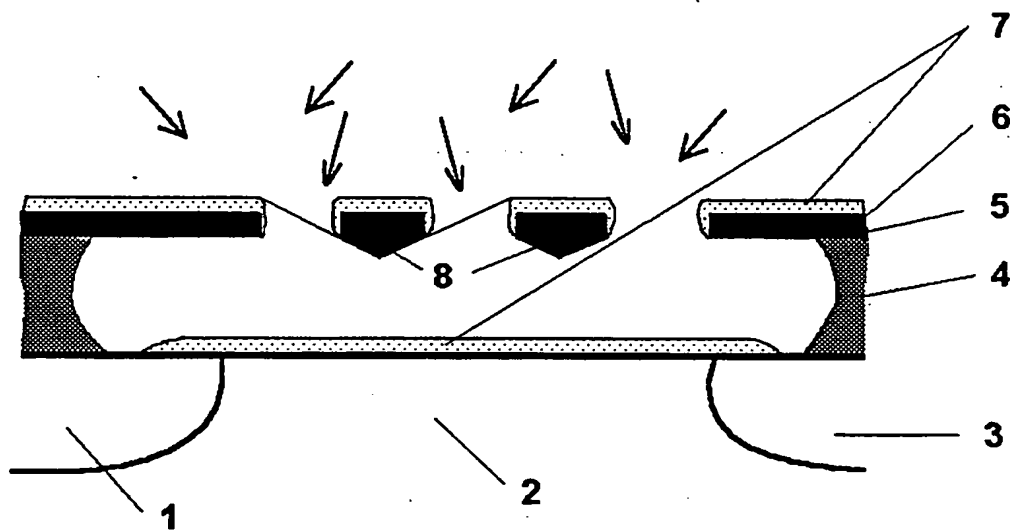


Bild 1

2 / 9

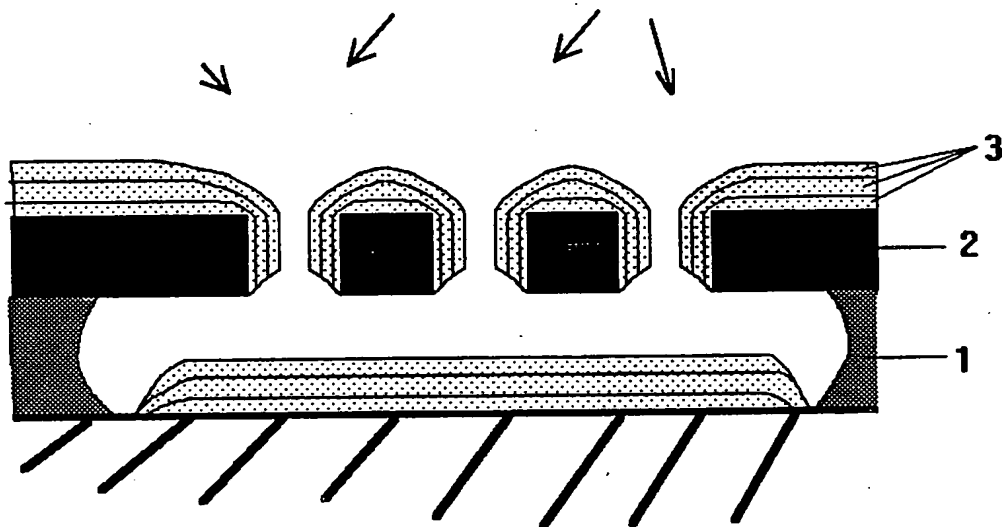


Bild 2

3 / 9

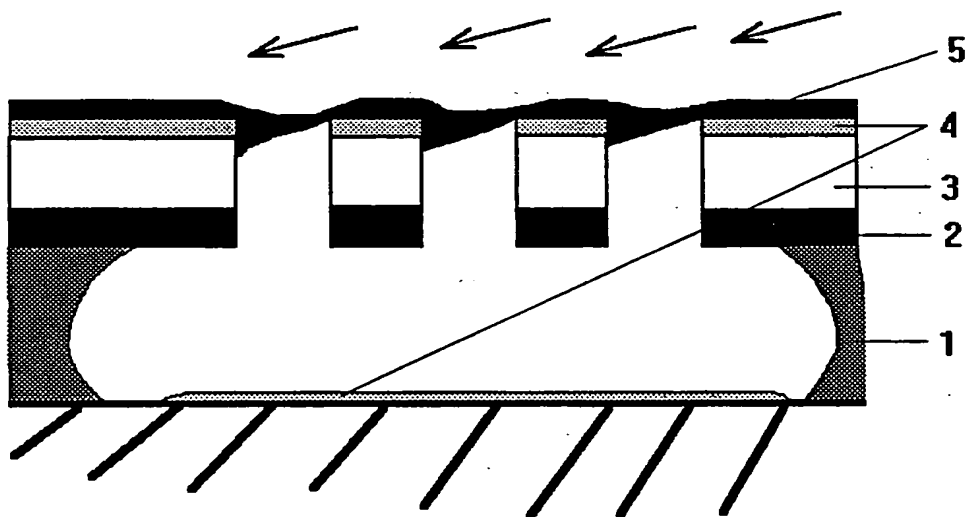


Bild 3

4 / 9

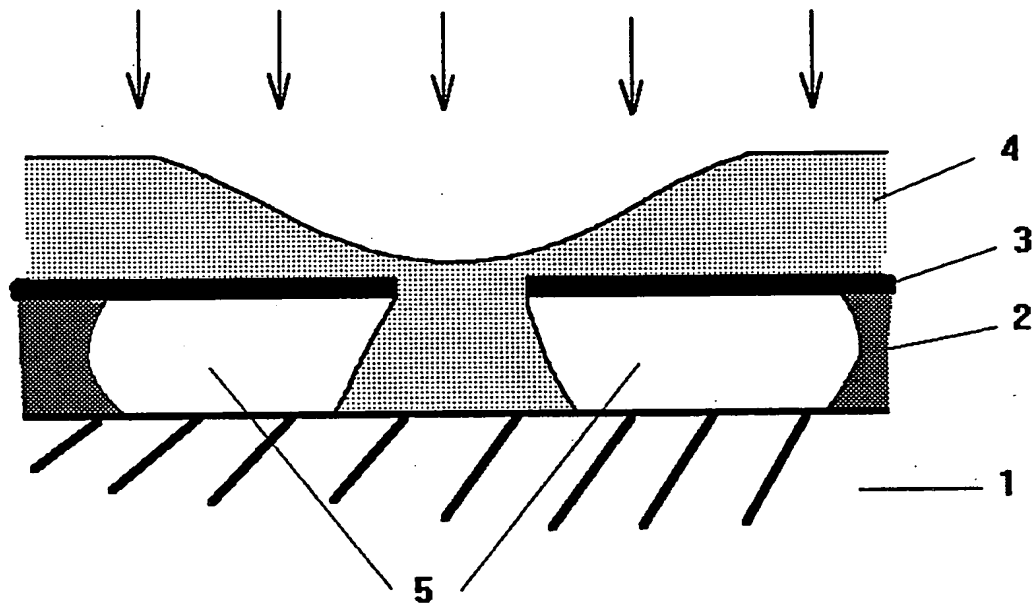


Bild 4

5 / 9

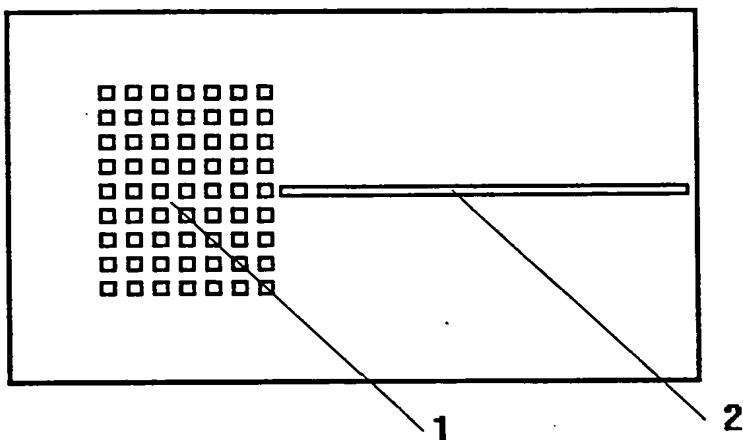


Bild 5

6 / 9

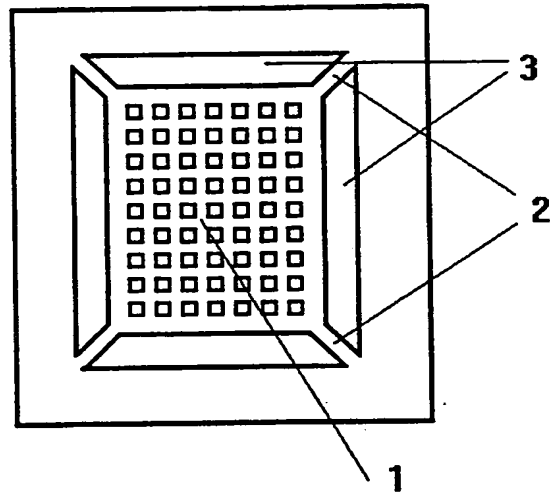


Bild 6

7 / 9

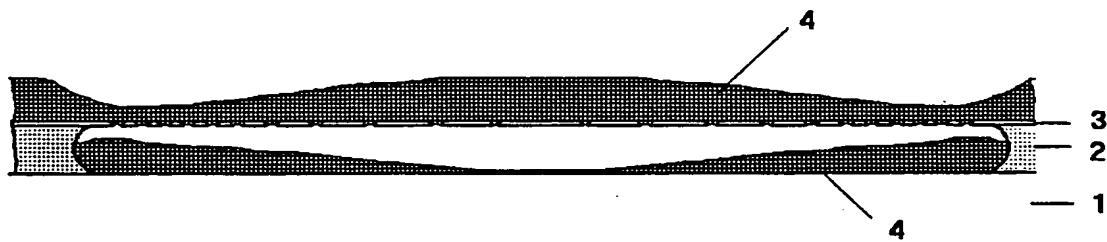


Abbildung 7

8 / 9

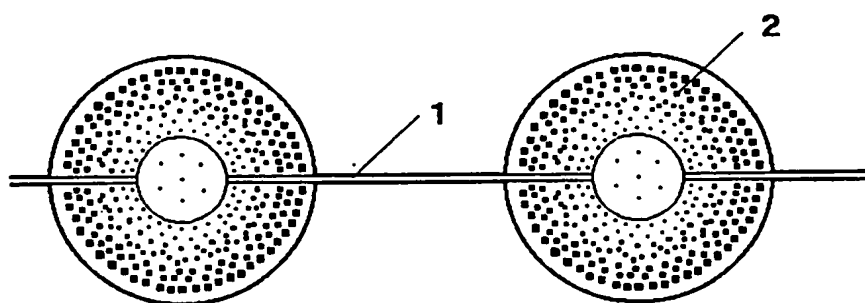


Abbildung 8

9 / 9

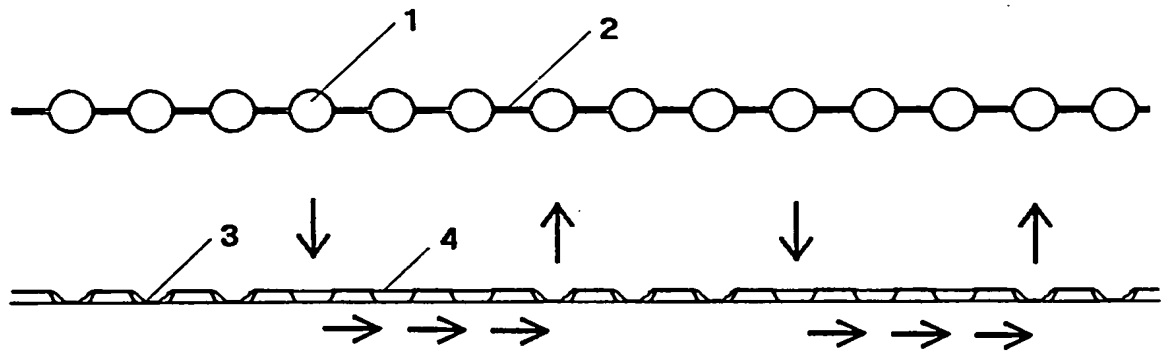


Abbildung 9